

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 40 16 384 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 40 16 384.9  
㉔ Anmeldetag: 21. 5. 90  
㉕ Offenlegungstag: 22. 11. 90

⑤1 Int. Cl. 5:  
**H 05 K 3/34**  
H 05 K 1/03  
H 05 K 1/14  
H 05 K 7/20  
B 23 K 35/28  
C 04 B 41/88  
// H01R 9/09,4/02,  
43/02

DE 40 16 384 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
19.05.89 JP 1-124304

⑦1 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:  
Pagenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter, B., Dipl.-Ing.,  
Rechtsanwälte; Geißler, B., Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.-  
u. Rechtsanw.; Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:

Satoh, Ryohei, Yokohama, Kanagawa, JP; Hirota,  
Kazuo, Chigasaki, Kanagawa, JP; Takenaka, Takaji;  
Watanabe, Hideki; Ameya, Toshinori; Ohta,  
Toshihiko, Hadano, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektronische Schaltungseinrichtung

Elektronische Schaltungseinrichtung, bei der das Lötmit-  
tel, welches die Anschlußstifte mit dem Keramiksubstrat  
verbindet, einen Schmelzpunkt von 356° C bis 450° C und eine  
Zugfestigkeit hat, die derart gering ist, daß eine thermische  
Kontraktionsspannung geringgemacht wird, die bei dem  
Abkühlprozeß des Lötmittels aus dem Schmelzpunkt er-  
zeugt wird, und daß das Substrat nicht bricht, wobei das  
Lötmittel konkret eine Au-Ge-Legierung mit 10 bis 15 Ge-  
wichts-% Ge ist. Elektronische Schaltungseinrichtungen,  
die das genannte Lötmittel bei den Verbindungen verwen-  
den, weisen keine Beschädigungen des keramischen Ver-  
drahtungs-Substrats aufgrund des Kontaktierens auf. Wenn  
die elektronische Schaltungseinrichtung einer Reihe von  
Zusammensetzungsschritten nach dem genannten Kontak-  
tieren unterzogen wird, schmilzt ein derartiges Lötmittel  
nicht und die Benetzbarkeit eines derartigen Lötmittels ist  
günstig.

DE 40 16 384 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektronische Schaltungseinrichtung, die mit einem keramischen Substrat versehen ist, welches Anschlußstifte hat, und betrifft insbesondere eine elektronische Schaltungseinrichtung, die geeignet ist, ein Brechen der Keramik am Eckenabschnitt bzw. im Eckbereich einer Anschlußstift-Kontaktierungsfläche zu verhindern.

Im Stand der Technik wird ein Silber-Lötmittel (JIS [Japan Industrial Standard] Z 3261-1976) beim Kontaktieren der Eingangs-/Ausgangs-Anschlußstifte der Schaltung zum Gewährleisten einer hohen Festigkeit verwendet, wobei in der Schaltung ein Aluminium-Keramik-Substrat verwendet wird. Hinsichtlich des Silber-Lötmittels sind etwa 10 Typen (Schmelzpunkt von etwa 600 bis 800°C) bekannt, wie B Ag-1 bis B Ag-8A der JIS Z 3261-1976, was in Tabelle 1 gezeigt ist. Bei dem Abkühlprozeß der Eingangs-/Ausgangs-Anschlußstifte von einer Temperatur von 600°C bis 800°C auf Raumtemperatur nach dem Kontaktieren derselben bricht die Keramik im Eckbereich der Konvertierungsfläche aufgrund einer thermischen Kontraktionsspannung des Lötmittels. Selbst wenn die Keramik nicht bricht, verbleibt eine große Restspannung, was Probleme hinsichtlich der Verlässlichkeit beim Betrieb aufwirft. Ein Grund hierfür liegt darin, daß sich eine thermische Spannung aufgrund der Härte des Silber-Lötmittels nicht hinreichend relaxieren bzw. entspannen kann. Als ein Lösungsansatz für dieses Problem ist ein Kontaktierungsverfahren vorgeschlagen worden, welches ein Lötmittel auf der Basis eines Au-Sn-Ag-Systems mit einem Schmelzpunkt von 280 bis 300°C verwendet (z. B. japanische Offenlegungsschrift 61-236148). Dieses Lötmaterial leidet jedoch an dem Problem, daß es die Hierarchie der Kontaktierungstemperaturen mit Materialien des Pb-Sn-Systems nicht erfüllen kann, welches Weichl-Lötmittel (mit einem Schmelzpunkt von höchstens 183°C bis 320°C) für andere Kontaktierungen

Tabelle 1

JIS-Symbol	Zusammensetzung (Gewichtsprozent)				Cd	Ni	Sn, Li	Gesamtanteil anderer Elemente
	Ag	Cu	Zn					
B Ag-1	44—46	14—16	14—18	23—25	—	—	0,15	oder weniger
B Ag-1A	49—51	14,5—16,5	14,5—18,5	17—19	—	—	—	wie oben
B Ag-2	34—36	25—27	19—23	17—19	—	—	—	wie oben
B Ag-3	49—51	14,5—16,5	13,5—17,5	15—17	2,5—3,5	—	—	wie oben
B Ag-4	39—41	29—31	26—30	—	1,5—2,5	—	—	wie oben
B Ag-5	44—46	29—31	23—27	—	—	—	—	wie oben
B Ag-6	49—51	33—35	14—18	—	—	—	—	wie oben
B Ag-7	55—57	21—23	15—19	—	—	—	Sn 4,5—5,5	wie oben
B Ag-8	71—73	27—29	—	—	—	—	—	wie oben
B Ag-8A	71—73	Gleichgewicht	—	—	—	—	Li 0,15—0,3	wie oben

in der elektronischen Schaltung verwendet. Insbesondere kann es die Bedingungen nicht einhalten, daß ohne das Schmelzen anderer Lötmaterialien gearbeitet wird, z. B. beim Zusammenbau bzw. Aufbau.

Somit können gemäß dem Stand der Technik die folgenden drei Anforderungen nicht gleichzeitig erfüllt werden:

- (1) Das Verhindern eines Bruchs der Keramik im Eckbereich einer Metallisierungsanschlußfläche auf einem Keramiksubstrat.
- (2) Eine Restspannung in dem Lötmittel zu reduzieren, und
- (3) die Hierarchie der Kontaktierungstemperaturen mit dem Lötmittel auf der Basis des Pb-Sn-Systems einzuhalten.

Demzufolge besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die schwierigen Punkte des oben beschriebenen Stands der Technik aufzulösen und eine elektronische Schaltungseinrichtung zu schaffen, die eine gute Hierarchie der Kontaktierungstemperaturen hat und bei der die Keramik im Eckbereich der Anschlußstift-Kontaktierungsfläche nicht auf nachteilige Weise beeinflußt wird, wie z. B. durch eine Beschädigung aufgrund einer thermischen Spannung zur Zeit des Kontaktierens des Anschlußstiftes.

Die genannte Aufgabe wird gelöst, indem das Lötmittel bei der elektronischen Schaltungseinrichtung der vorliegenden Erfindung, das den Anschlußstift über die Metallisierungsfläche auf das Keramiksubstrat kontaktiert, einen Schmelzpunkt von 356°C bis 450°C hat, und zur gleichen Zeit die Zugfestigkeit des Lötmittels so gering ist, daß eine thermische Kontraktionsspannung, die bei dem Kühlprozeß dieses Lötmittels von dem Schmelzpunkt erzeugt wird, verringert wird, so daß das Substrat nicht bricht.

Da die Kontaktierungstemperatur des Lötmittels des Pb-Sn-Systems im allgemeinen einen Wert von etwa 340°C erreicht, wenn der Schmelzpunkt des genannten Lötmittels, welches beim Kontaktieren von Anschlußstift und Keramiksubstrat verwendet wird, geringer ist als 356°C, besteht eine große Wahrscheinlichkeit, daß die Kontaktierungstemperaturhierarchie nicht eingehalten wird. Wenn der Schmelzpunkt des genannten Lötmittels, welches zum Kontaktieren von Anschlußstift und Keramiksubstrat verwendet wird, 450°C überschreitet, erhöht

sich die Gefahr einer Beschädigung eines hochmolekularen Harzfilms, z. B. eines Polyimid-Harzfilms, auf dem Substrat. Es ist daher nicht wünschenswert, daß die Schmelztemperatur des Lötmittels, das in der vorliegenden Erfindung angewendet wird, außerhalb des genannten Temperaturbereichs liegt.

Die geeignete Zugfestigkeit des genannten, in der vorliegenden Erfindung verwendeten Lötmittels kann für jedes Legierungssystem durch Durchführung einfacher Experimente bestimmt werden, indem der Bereich, in dem Beschädigungen wie Bruch usw. an dem Keramiksubstrat nicht hervorgerufen werden, bestimmt wird, um dadurch den geeigneten Zugfestigkeitsbereich zu erhalten. Wenn eine Legierung aus Au-Ge für das Lötmedium verwendet wird, beträgt der geeignete Zugfestigkeitsbereich dieses Lötmittels etwa 18–21 kg/mm<sup>2</sup>.

Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben herausgefunden, daß eine Au-Ge-Legierung mit 10–15 Gewichts-% Ge die genannten Anforderungen erfüllt und für die elektronische Schaltungseinrichtung der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

Wie oben beschrieben, kann die genannte Aufgabe der vorliegenden Erfindung durch Auswahl eines geeigneten Lötmittels zum Kontaktieren der Anschlußstifte auf dem Keramiksubstrat erzielt werden.

Die Gründe dafür, daß die Menge von Ge in dem Lötmedium aus der Au-Ge-Legierung in einem Bereich von 10–15 Gewichts-% liegt, die in der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, werden im folgenden genannt.

Fig. 2 zeigt ein Zustandsdiagramm eines binären Au-Ge-Systems (M. Hansen; Constitution of Binary Alloys, 1958, veröffentlicht von McGraw-Hill, Inc.). Wie aus diesem Zustandsdiagramm ersichtlich ist, liegt die eutektische Verbindung bei 12 Gewichts-% Ge. Da bei dieser Verbindung der Schmelzpunkt bei einer konstanten Temperatur von 356°C liegt, schafft sie eine bestmögliche Verarbeitbarkeit bzw. einen besten Arbeitspunkt. Wenn man diesen Punkt als eine Grenze annimmt, steigt auf beiden Seiten der Grenze – sowohl mit einem größeren als auch mit einem geringeren Anteil von Ge – die Liquidus-Temperatur bzw. Verflüssigungstemperatur stark an, wodurch der Bereich mit flüssiger und fester Phase erweitert wird. Dies verschlechtert die Verarbeitbarkeit, wird aufgrund der Erzeugung von Primärkristallen bei dem Kühlprozeß nach dem Löten und ebenso aufgrund der Erzeugung von Lunkern zur Zeit der Verfestigung die Struktur uneinheitlich und eine Abnahme der Zähigkeit ist zu sehen und das Ausbilden einer Kontaktierung mit geeigneter und glatter Ausrundung bzw. Kehle wird verhindert. Die Gründe zum Begrenzen der Au-Konzentration auf weniger als 90 Gewichts-% sind die, daß das Ausbilden der geeigneten Ausrundungsform aufgrund der Erzeugung von primären Au-Kristallen schwierig wird und, daß die Verarbeitbarkeit aufgrund der Tatsache verringert wird, daß die Flüssigphasentemperatur die eutektische Temperatur um etwa 100°C überschreitet. Andererseits sind die Gründe zum Begrenzen der Ge-Konzentration auf weniger als 15 Gewichts-% die gleichen wie die für den vorgenannten Fall der Au-Konzentration, und auch dafür, daß die primären Ge-Kristalle 5 Volumen-% überschreiten, was zu einem rapiden Abfall der Zähigkeit führt.

Au-Ge-Lötmedium mit 10–15 Gewichts-% Ge hat eine derart geringe Endgefrieretemperatur bzw. Enderstarungstemperatur von etwa 356°C und hat eine niedrigere Zugfestigkeit als Ag-Lötmedium, so daß dessen thermische Kontaktionsspannung, die bei dem Kühlprozeß vom Schmelzpunkt von 356°C beim Kontaktierungsprozeß auf Raumtemperatur gering ist, weswegen kein Bruch des Keramiksubstrats hervorgerufen wird und auch eine hinreichende Lötfestigkeit gewährleistet wird.

Die Wirksamkeit bzw. Effektivität des Au-Ge-Lötmittels kann aus der folgenden dynamischen Prüfung leicht nachvollzogen werden.

Fig. 4 zeigt die nach dem Löten in einer Linie A–A' auf der Substratoberfläche bei dem Kühlprozeß auf Raumtemperatur erzeugte thermische Spannung und zwar durch eine thermoelastische und -plastische Analyse unter Verwendung einer Simulation auf der Basis des Finite-Elemente-Verfahrens. Aus dem Ergebnis wurde eine thermische Spannung abgeschätzt bzw. gewonnen, die auf dem Keramiksubstrat im Eckbereich 13 der Metallisierungsfläche vorliegt (Umgebung der Fläche von Keramik bedeckt und dessen Oberfläche nicht aus der Substratoberfläche hervorstehend), was in der japanischen Patentanmeldung 1988-283573 gezeigt ist, und zwar unter Verwendung einer derartigen Fläche als Beispiel, so daß es offensichtlich wurde, daß für den Fall von Ag-Lötmedium eine Spannung über der Bruchfestigkeit des Substrats bei jedem Keramiksubstrats des Aluminiumsystems bzw. -bereichs, des Mullitbereichs und für Glassubstrate erzeugt wird und, daß jedoch für den Fall eines Au-12% Ge-Lötmittels die erzeugten Spannungen alle unterhalb der Bruchfestigkeit des Substrats liegen. Daher dient das Au-Ge-Lötmedium als ein Lötmedium, welches einen Bruch des Substrats verhindert und eine gute Kontaktierung ermöglicht.

Die gleichen Effekte werden erhalten, wenn die Metallisierungsfläche eine normale Form hat, wie es in Fig. 5 gezeigt ist.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Verwendung der Zeichnung.

Es zeigt

Fig. 1 eine perspektivische, teilweise aufgeschnittene Ansicht der elektronischen Schaltungseinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Zustandsdiagramm eines binären Au-Ge-Lötmittels, welches in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 3 eine Schnittansicht des Anschlußstift-Kontaktierungsabschnitts in der elektronischen Schaltungseinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 ein Diagramm, welches eine Verteilung der thermischen Spannung in dem Anschlußstift-Kontaktierungsabschnitt und dessen Nachbarschaft in der elektronischen Schaltungseinrichtung der vorliegenden Erfindung und auch für ein vergleichbares Beispiel zeigt; und

Fig. 5 eine Schnittansicht eines allgemeinen Beispiels des Anschlußstift-Kontaktierungsabschnitts in der elektronischen Schaltungseinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Diagramme und Tabellen erörtert.

**Fig. 1** zeigt eine schematische Zeichnung einer elektronischen Schaltungseinrichtung mit Eingangs-/Ausgangsanschluß, die unter Verwendung von Au-Ge-Lötmittel hergestellt ist, und zwar gemäß der vorliegenden Erfindung. **Fig. 3** zeigt einen Teilschnitt des Kontaktierungsabschnittes der Eingangs-/Ausgangsanschlüsse bei der elektronischen Schaltungseinrichtung in der vorliegenden Ausführungsform. In Tabelle 2 sind Vergleiche der Charakteristiken von verschiedenen Lötmitteln der vorliegenden Ausführungsform und des Bezugsbeispiels als auch ihrer Kontaktierungsqualität gezeigt, wenn solche Lötmittel beim Kontaktieren von Eingangs-/Ausgangsanschlüssen auf einem Keramiksubstrat verwendet werden.

Zunächst wird die vorliegende Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 1** gemäß des Herstellungsablaufs erläutert.

An der hinteren Fläche des Keramiksubstrats 2 mit einer vielschichtigen Verbindung untereinander sind Eingangs-/Ausgangs-Anschlußstifte 6 durch Erwärmen und Schmelzen von Au-12 Gewichts-% Ge-, Au-10 Gewichts-% Ge- und Au-15 Gewichts-% Ge-Lötmitteln bei etwa 400°C, 460°C bzw. 440°C verbunden. Dann wurden an der vorderen Fläche des gleichen Keramiksubstrats 2 eine große Anzahl von Halbleiter-LSI-Chips 1 unter Verwendung von feinem Lötmittel 8 des Pb-Sn-Systems angelötet (wie in der vorliegenden Erfindung in einer kleinen ballartigen Form verwendet), das einen Schmelzpunkt von etwa 314°C hat und 5 Gewichts-% Sn enthält und die Balance bzw. Gleichgewicht aus Pb besteht bzw. der Restanteil aus Pb besteht bzw. das Gleichgewicht mit Pb hergestellt wird, wobei das Lötmittel auf etwa 325°C erwärmt und aufgeschmolzen wurde eine Temperatur, die das genannte Au-Ge-Lötmittel mit 12 Gewichts-% Ge nicht schmilzt. Hiernach wurde eine Kappe 4, die mit einem wärmeleitfähigen Element 5 versehen ist, an das gleiche Keramiksubstrat 2 unter Verwendung einer Lötmittellegierung 9 kontaktiert, die einen noch niedrigeren Schmelzpunkt hat. Dann werden die Kappe 4 und eine Kühlplatte 3 unter Verwendung einer Lötmittellegierung 10 kontaktiert, die einen noch niedrigeren Schmelzpunkt hat. Dann werden die Anschlußstifte 6 an die Verdrahtungsleiterplatte 7 unter Verwendung einer Lötmittellegierung 11 kontaktiert, die einen noch niedrigeren Schmelzpunkt hat. Die elektronische Schaltung wurde auf die oben genannte Art und Weise hergestellt.

Beim Herstellen der elektronischen Schaltung auf die oben genannte Art und Weise ist es notwendig, daß die sogenannte Hierarchie der Kontaktierungstemperaturen aufrecht erhalten wird, so daß ein Zusammensetzen bzw. Zusammenbauen in späteren Prozessen ausgeführt werden kann, ohne die in zuvor ausgeführten Prozessen hergestellten Kontaktierungen zu schmelzen. Daher sind zum Kontaktieren von Anschlußstiften Au-Ge-Legierungslötmittel mit einem Schmelzpunkt über der Kontaktierungstemperatur einer Pb-Sn-Legierung notwendig, die in elektronischen Schaltungen häufig eingesetzt wird.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf **Fig. 3** der Kontaktierungsabschnitt, bei dem ein Au-Ge-Lötmittel in der elektronischen Schaltungseinrichtung nach **Fig. 1** verwendet wird, im Prinzip erläutert.

In **Fig. 3** ist gezeigt: ein Halbleiter, LSI-Chip oder Halbleiterelement 1, das erfindungsgemäß Lötmittel 14, die Metallisierungsfläche bzw. -anschlußfläche 12, die Anschlußstifte 6, ein weiteres Lötmittel 8 und ein Keramik- oder Glas-Verdrahtungssubstrat 2.

Hier sind Beispiele des Kontaktierens von Eingangs-/Ausgangs-Anschlußstiften unter Verwendung von Au-Ge-Lötmittel 14 gezeigt. In dem Keramik-Verdrahtungssubstrat 2 wurden Mullit, Aluminium und Glas verwendet. Dieses Mullit hat eine Zusammensetzung von 57 Gewichts-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 42 Gewichts-%  $\text{SiO}_2$  und 1 Gewichts-%  $\text{MgO}$ , wie in der offengelegten japanischen Patentschrift 63-230204 offenbart.

Ein Prozeß der Kontaktausbildung ist nachstehend beschrieben. Wolfram wird auf das Keramiksubstrat 2 gebrannt, auf dem Ni und Au aufeinanderfolgend platiert bzw. aufgebracht werden, um die Metallisierungsfläche zu bilden. Auf einer solchen Fläche 12 wird ein Aufsatz aus Karbon, der zu einem Anschlußstift 6 und dem Au-Ge-Lötmittel paßt, ausgerichtet angeordnet und Lötmittel 14 wird durch Erwärmen auf eine Temperatur von etwa im Bereich von 360–500°C in einer gemischten Gasumgebung mit Stickstoff : Sauerstoff = 1 : 1 aufgeschmolzen, um dadurch die Metallisierungsfläche 12 mit dem Lötmittel 14 zu benetzen. Wenn die Temperatur dann auf die Raumtemperatur mit einer Abkühlrate von etwa 0,5°C/Sek. abgesenkt wird, ist es möglich, den Anschluß ohne Bruch des Substrats zu kontaktieren. Das Lötmittel 14 kann in der Form einer Folie oder eines Balls verwendet werden, oder in der Form, in der es zuvor an den Anschlußstift 6 oder die Metallisierungsfläche 12 des Substrats 2 durch Abscheidung, Vakuumbedampfen, Plattieren usw. aufgebracht ist. Nach dem Kontaktieren des Anschlusses wird der Halbleiter-LSI-Chip kontaktiert, ohne das Au-Ge-Lötmittel 14 zu schmelzen, und zwar unter Verwendung eines Weichlötmittels (Pb-Sn-System, Au-Sn-System, usw.) mit einem Schmelzpunkt von etwa 320°C oder weniger, und zwar durch Erwärmen auf 325°C, wodurch die elektronische Schaltungseinrichtung erhalten wird, die in **Fig. 3** gezeigt ist.

Obwohl also die Oberfläche der Metallisierungsfläche 12 aus einem dünnen Au-Film gebildet ist, der auf die Fläche plattiert ist, schmilzt dieser dünne Au-Film in das geschmolzene Lötmittel 14, wenn der Anschlußstift 6 durch das Lötmittel 14 kontaktiert wird, und Beendigung der Anschlußkontaktierung wird das Lötmittel 14 an einen dünnen Ni-Film in die Metallisierungsfläche 12 kontaktiert. Weiterhin ist ein dünner Au-Film in der Metallisierungsfläche 12 vorgesehen, um eine Oxydation des dünnen Ni-Films zu verhüten und zu dessen Schutz.

In der vorliegenden Erfindung ist die Temperatur zum Erwärmen des Lötmittels 14 etwa 400°C (eine Temperatur, die 44°C höher ist als der Schmelzpunkt) für eine Au-Ge-Legierung mit 12 Gewichts-% Ge, wobei diese Temperatur um 10°C höher ist als die Liquidus-Temperatur für Au-Ge-Legierungen mit 10 Gewichts-% Ge bzw. 15 Gewichts-% Ge, nämlich 460°C bzw. 440°C.

Tabelle 2

Lötmittel Nr.	Zusammen- setzung	Schmelz- punkt (°C)	Zug- festigkeit (kg/mm <sup>2</sup> )	Benetz- barkeit	Erzeugung von Brüchen nach dem Löten			
					Mullit- substrat	Glas- substrat	Aluminium- substrat	
1.	B Ag-8 (JIS)	780	42	○	Ja	Ja	Ja	5
2.	B Ag-7 (JIS)	620	38	○	Ja	Ja	Nein	
3.	Ag <sub>30</sub> Cu <sub>10</sub> Sn	600	35	○	Ja	Ja	Nein	10
4.	Au <sub>6</sub> Si eutektisch	370	—	×	Nein	Nein	Nein	
5.	Au <sub>12</sub> Ge eutektisch	356	20	○	Nein	Nein	Nein	
6.	Au <sub>10</sub> Ge	450/356*	18	○	Nein	Nein	Nein	
7.	Au <sub>15</sub> Ge	430/356*	21	○	Nein	Nein	Nein	
8.	Au <sub>17</sub> Ge	470/356*	28	○	Nein	Nein	Nein	15
9.	Au <sub>20</sub> Sn eutektisch	280	15	Δ	Nein	Nein	Nein	

Obwohl die Abkühlrate in der vorliegenden Ausführungsform auf 0,5°C/Sek. gesetzt wurde, ist für den Fall, daß das Löten durch Erwärmen und Abkühlen über die Bewegung des Teils durch einen Ofen ausgeführt wird, eine Abkühlrate von 0,3°C bis 3,5°C/Sek. zufriedenstellend. 20

Als ein Ergebnis der Überprüfung der Festigkeit der wie oben ausgebildeten Kontaktierungen, zeigte sich eine hinreichende Festigkeit verglichen mit dem herkömmlichen Ag-Lötmittel, welches auf einer ähnlichen Basis ausgebildet wurde, wobei die Festigkeit überprüft wurde, indem man einen Bruch in dem Lötmittel auftreten läßt. Die notwendigen Eigenschaften zum Kontaktieren der Anschlußstifte unter Einbeziehung anderer Lötmittel und Verdrahtungssubstrate sind in Tabelle 2 gezeigt. Notwendige Eigenschaften für ein Lötmittel sind die Zugeigenschaft, die Benetzbarkeit und die Kontaktierungsfestigkeit (dadurch gemessen bzw. belegt, ob Brüche in dem Keramiksubstrat auftreten). In Tabelle 2 stehen die Lötmittel mit den Nummern 5, 6 und 7 für die vorliegenden Ausführungsformen und die anderen sind Bezugsbeispiele. Die Angaben der Lötmittel mit den Nummern 3 bis 9 geben in Tabelle 2, Spalte "Zusammensetzung", die Gewichts-Prozente an, und Schmelzpunkte, die mit einem \*-Zeichen versehen sind, beziehen sich auf die Liquidus- bzw. Verflüssigungstemperatur links und die Verfestigungstemperatur rechts. 25

Die Benetzbarkeit wurde bestimmt durch Plazieren eines Lötmittels von 0,3 mm Durchmesser auf die obige Metallisierungsfläche und durch Schmelzen des Lötmittels auf eine vorgeschriebene Temperatur, wodurch die Ausbreitungsfähigkeit eines derartigen Lötmittels überprüft wurde. Die Umgebung zum Schmelzen des Lötmittels ist ein Gas, welches erhalten wird, durch Mischen von gleichen Mengen N<sub>2</sub> und H<sub>2</sub> und es wurde kein Flußmittel verwendet. Die Ausdehnbarkeit des Lötmittels wurde beurteilt durch den Grad, um den sich das Lötmittel auf der Fläche ausbreitete, wenn das Lötmittel mit einer vorgeschriebenen Temperatur geschmolzen wurde. Der durchschnittliche Durchmesser des Lötmittels, welches sich auf der Fläche ausbreitete, wurde mit d bezeichnet und der gemessene Wert (%), der die Ausdehnbarkeit zeigt, ergab sich durch 100 d/0,3. In Tabelle 2 sind Ausdehnungen über 150% mit einer Markierung ○, Ausdehnungen von etwa 150% mit einer Markierung Δ und Ausdehnungen von weniger als 150% mit einem Zeichen × versehen. Wenn die Ausdehnbarkeit mit dem Zeichen × angegeben ist, ist die Benetzbarkeit gering und Ausdehnbarkeiten mit den Zeichen ○ und Δ bieten eine günstige Benetzbarkeit. Insbesondere, wenn die Ausdehnbarkeit mit dem Zeichen ○ angegeben ist, ist die Benetzbarkeit ausgezeichnet. Die Benetzbarkeit ist durchgehend günstig mit der Ausnahme einer eutektischen Au-Si-Legierung (Lötmittel Nr. 4), wobei insbesondere die eutektische Au-Ge-Legierung mit 12 Gewichts-% Ge (Lötmittel Nr. 5) eine ausgezeichnete Benetzbarkeit hat. 35

Im weiteren wurde hinsichtlich der Kontaktierungsfestigkeit das Vorliegen von Brüchen untersucht. Die Ergebnisse einer solchen Untersuchung ergaben, daß Ag-Lötmittel (Lötmittel Nr. 1), angegeben in JIS B Ag-8, in allen Substraten Brüche erzeugte, Ag-Lötmittel (Lötmittel Nr. 2), angegeben in JIS B Ag-7, und Ag-30 Gewichts-% Cu-10 Gewichts-% Sn-Lötmittel (Lötmittel Nr. 3) Brüche in Mullit und Glassubstraten erzeugte, und, daß eine Erzeugung von Brüchen bei den verbleibenden Lötmitteln nicht ersichtlich war. Daher wurde die Zugfestigkeit untersucht, mit dem Ergebnis, daß Fälle auftraten, bei denen das Kontaktieren während einer Spannarbeit einer Zugfestigkeits-Testmaschine bei einer eutektischen Au-Si-Legierung (Lötmittel Nr. 4)/Mullit-substrat und einer eutektischen Au-Si-Legierung/Glassubstrat leicht versagte, welche Kombinationen bildeten, bei denen keine Brüche auftraten. 40

Aus den vorangegangenen Ergebnissen ergibt sich, daß folgende Mittel alle notwendigen Eigenschaften erfüllen: Au-12 Gewichts-% Ge (Lötmittel Nr. 5), Au-10 Gewichts-% (Lötmittel Nr. 6), Au-15 Gewichts-% Ge (Lötmittel Nr. 7) und Au-20 Gewichts-% Sn, eutektisch, (Lötmittel Nr. 9). Da das Au-20 Gewichts-% Sn jedoch einen niedrigen Schmelzpunkt von 280°C hat, kann die zur Bildung elektronischer Schaltungen notwendige Temperaturhierarchie nicht eingerichtet werden. Daher sind die Lötmittel, die die Temperaturhierarchie mit allen Pb-Sn-System-Lötmitteln einhalten Au-12 Gewichts-% Ge, eutektisch, die Au-10 Gewichts-% Ge-Legierung und die Au-15 Gewichts-% Ge-Legierung. 45

Andererseits wurde aufgrund der Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen, die mit anderen Zusammensetzungen von Au-Ge-System-Legierungen gemacht wurden, herausgefunden, daß, wenn Ge 15 Gewichts-% überschreitet, während des Kontaktierungsprozesses grobe Primärkristalle aus Ge erzeugt werden, wodurch die Struktur uneinheitlich wird. Dies verursacht Probleme einer erhöhten Zugfestigkeit und Sprödigkeit in dem Lötmittel. Daher liegt, wenn man auch die Verarbeitbarkeit in Betracht zieht, eine geeignete Zusammensetzung 50

im Bereich von Au-10—15 Gewichts-% Ge.

Während die in Fig. 3 und Fig. 4 gezeigten Metallisierungsflächen in der oben genannten Ausführungsform verwendet wurden, wurden ähnliche Effekte wie in der obigen Ausführungsform erhalten, wenn die Metallisierungsflächen verwendet wurden, die in Fig. 5 gezeigt sind.

Hier tragen gleiche Teile gleiche Bezugszeichen wie in vorangegangenen Zeichnungen.

Wie aus der vorangegangenen Beschreibung ersichtlich wird, bestehen erfindungsgemäß bei der elektronischen Schaltungseinrichtung, die Keramik- oder Glassubstrate verwendet, Effekte, daß gleichzeitig eine wesentliche Verbesserung der Kontaktierungscharakteristiken, wie die Kontaktierungsfestigkeit und Benetzbarkeit, erzielt wurden, als auch die Hierarchie der Kontaktierungstemperaturen eingehalten wurde. Weiterhin wurden Wirkungen erzielt, die im großen Umfange zu einer Realisierung der elektronischen Schaltungseinrichtung beitragen, die sowohl bezüglich der Größe als auch der Dichte mehr und mehr zunimmt, und zwar mit hoher Verlässlichkeit.

#### Patentansprüche

1. Elektronische Schaltungseinrichtung, bei der Anschlußstifte (6) mit einem Keramiksubstrat (2) über Metallisierungsflächen (12) auf dem Keramiksubstrat (2) durch Lötmedium (14) kontaktiert sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Lötmedium (14) einen Schmelzpunkt von 356°C bis 450°C und eine Zugfestigkeit hat, die derart gering ist, daß eine thermische Kontraktionsspannung gering gemacht ist, die beim Abkühlprozeß des Lötmittels (14) von dem Schmelzpunkt erzeugt wird, und daß das Substrat (2) nicht bricht.
2. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lötmedium (14) im wesentlichen aus Gold und Germanium besteht, wobei das Germanium einen Anteil von 10 bis 15 Gewichts-% hat.
3. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) aus einer Mullit-System-Keramik besteht.
4. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) aus Aluminium zusammengesetzt ist.
5. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) aus Glas besteht.
6. Elektronische Schaltungseinrichtung mit einer Verdrahtungs-Leiterplatte (7), einem Verdrahtungs-Substrat (2), welches über Führungsstifte (6) mit der Verdrahtungs-Leiterplatte (7) elektrisch verbunden ist, mit Halbleiterelementen (1), die auf dem Verdrahtungssubstrat (2) vorgesehen sind, einer Kappe (4), die die Halbleiterelemente (1) gegen die Umgebung abdichtet, und einer Kühleinrichtung (3), die auf der Kappe (4) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lötmedium (14), das die Anschlußstifte (6) mit dem Verdrahtungs-Substrat (2) verbindet, einen Schmelzpunkt von 356°C bis 450°C und eine Zugfestigkeit hat, die derart gering ist, daß eine thermische Kontraktionsspannung gering gemacht ist, die bei dem Abkühlprozeß des Lötmittels (14) vom Schmelzpunkt erzeugt wird, und daß das Substrat (2) nicht bricht.
7. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Lötmedium (14) im wesentlichen aus Gold und Germanium besteht, wobei das Germanium einen Anteil von 10 bis 15 Gewichts-% hat.
8. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) aus einer Mullit-System-Keramik besteht.
9. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) aus Aluminium zusammengesetzt ist.
10. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (2) aus Glas besteht.
11. Elektronische Schaltungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Lötmedium (14), welches die Anschlußstifte (6) mit dem Verdrahtungssubstrat (2) kontaktiert, ein Lötmedium (8), welches die Halbleiterelemente (1) mit dem Verdrahtungs-Substrat (2) kontaktiert, ein Lötmedium (9), welches die Kappe (4) mit dem Verdrahtungs-Substrat (2) kontaktiert, ein Lötmedium (10), welches die Kappe (4) mit der Kühleinrichtung (3) kontaktiert, und ein Lötmedium (11), welches die Anschlußstifte (6) mit der Verdrahtungs-Leiterplatte (7) kontaktiert, eine Beziehung bezüglich ihrer Schmelzpunkte haben in der Art, daß jeder Schmelzpunkt geringer ist als der eines Lötmittels, welches in einem vorangegangenen Schritt bei dem Zusammenbau der elektronischen Schaltungseinrichtung verwendet wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

FIG. 1

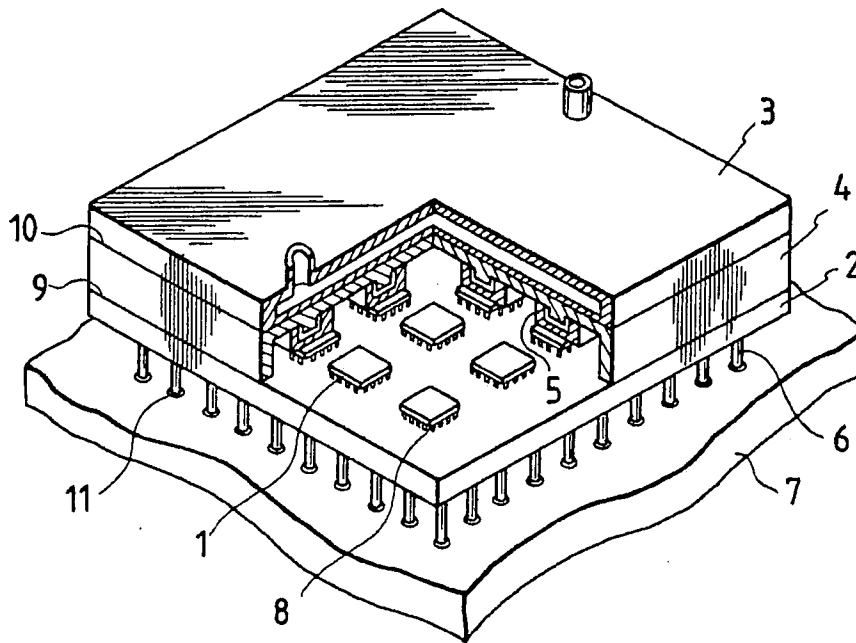


FIG. 2

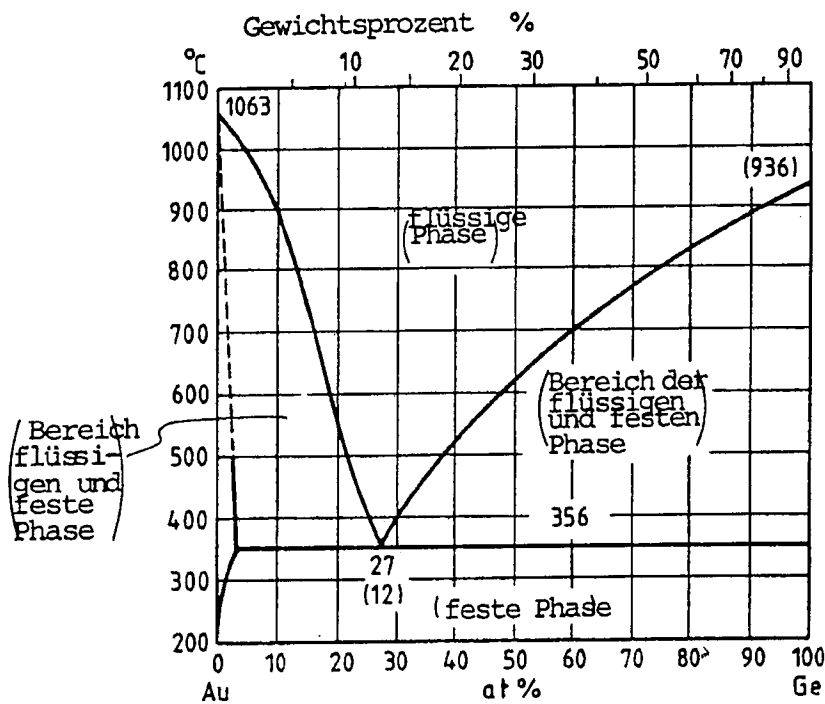




FIG. 3

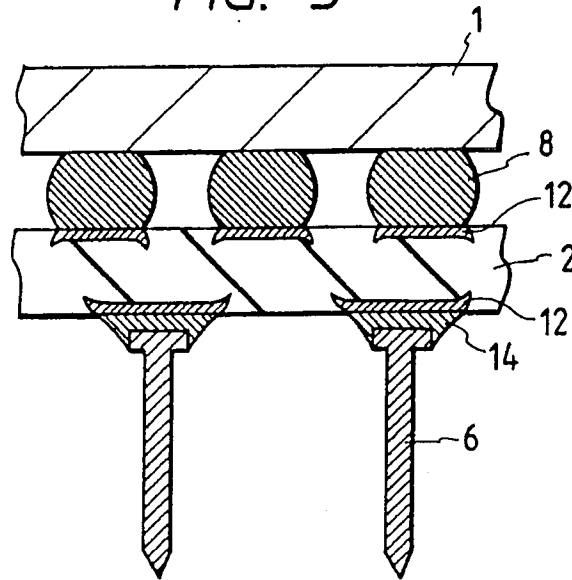
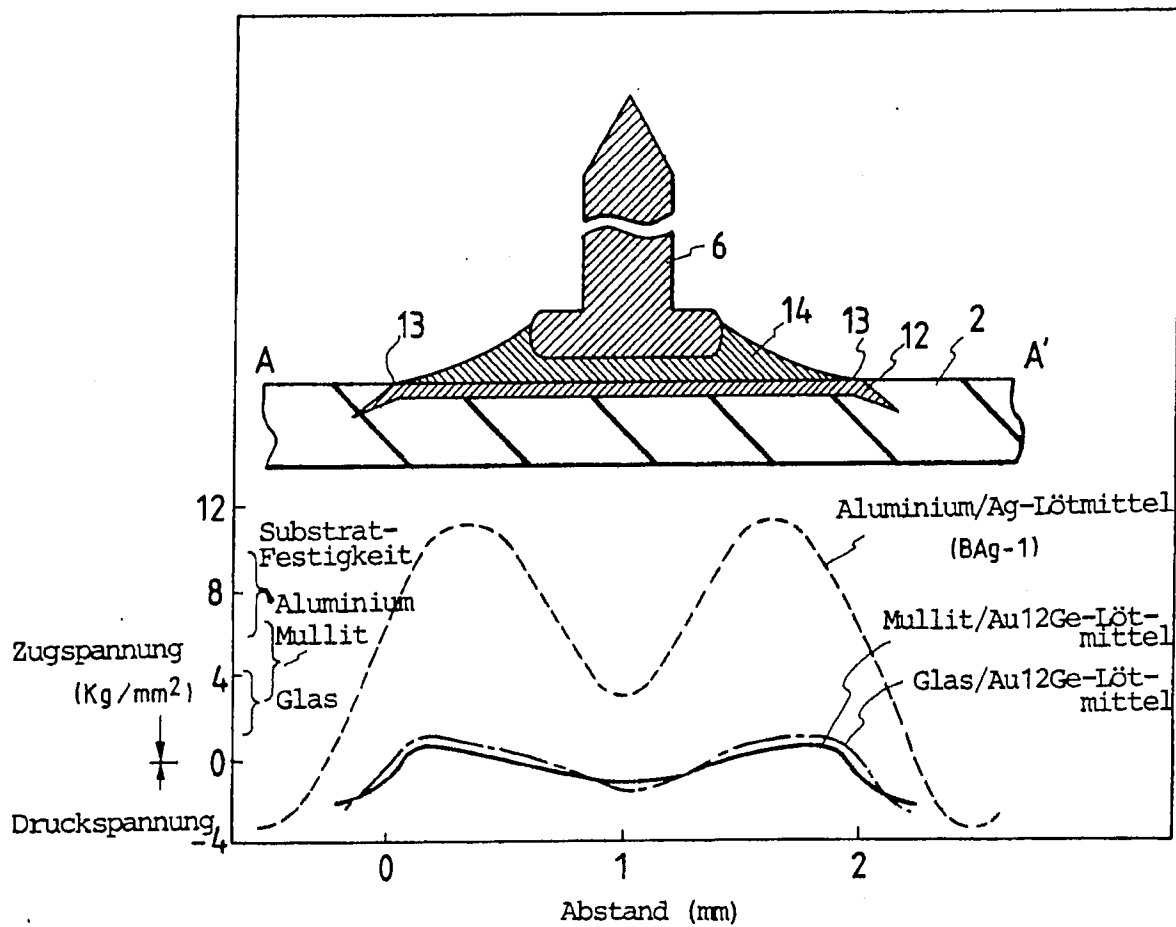
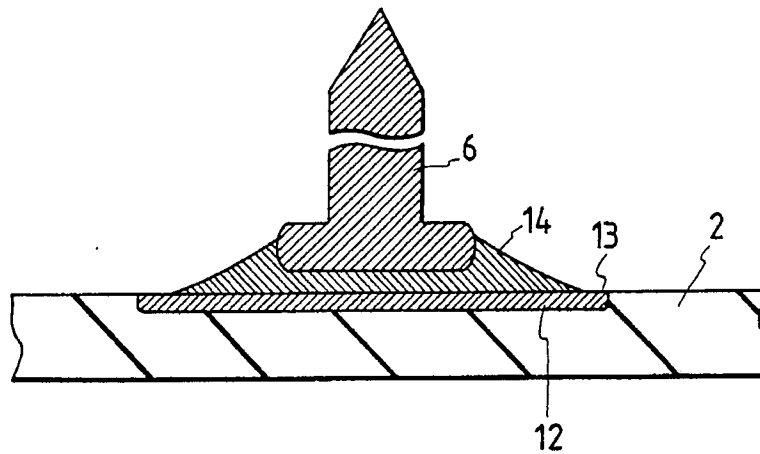


FIG. 4



*FIG. 5*



#DataBase:  
espacenet  
#PatmonitorVersion:  
186  
#DownloadDate:  
2005-09-27  
#Title:  
ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE PROVIDED WITH A CERAMIC SUBSTRATE HAVING LEAD PINS  
BONDED THERETO BY SOLDER  
#PublicationNumber:  
DE4016384  
#PublicationDate:  
1990-11-22  
#Inventor:  
SATO RYOHEI (JP); HIROTA KAZUO (JP); TAKENAKA TAKAJI (JP); WATANABE HIDEKI  
(JP); AMEYA TOSHINORI (JP); OHTA TOSHIHIKO (JP)  
#Applicant:  
HITACHI LTD (JP)  
#RequestedPatent:  
DE4016384  
#ApplicationNumber:  
DE19904016384;1990-05-21  
#PriorityNumber:  
JP19890124304;1989-05-19  
#IPC:  
B23K35/28; C04B41/88; H05K1/03; H05K1/14; H05K3/34; H05K7/20  
#NCL:  
B23K35/30C; C04B37/02D4; H01L21/60C4; H01L23/433; H01L23/498C  
#Abstract:  
ATTENTION - DATA WAS TAKEN FROM US5249100  
Disclosed is an electronic circuit device in which the solder (14) connecting  
lead pins (6) to the ceramic substrate (2) has a melting point of 356 DEG C. to  
450 DEG C. and has a tensile strength being low in such an extent that a thermal  
contraction stress generated in a cooling process of the solder (14) from the  
melting point thereof is low and the substrate (2) does not break. The solder  
(14) is a Au-Ge alloy containing 10-15 wt % of Ge. Electronic circuit devices,  
which employ the above solder (14) in the connections, are free from damages in  
the ceramic wiring substrate (2) due to the bonding. Further, when the  
electronic circuit device undergoes a series of assembly processes after the  
above bonding, such solder (14) does not melt, and wettability of such solder  
(14) is favorable.  
#Family:  
DE4016384A1;1990-11-22;ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE PROVIDED WITH A CERAMIC  
SUBSTRATE HAVING LEAD PINS BONDED THERETO BY SOLDER  
JP2304958A;1990-12-18;ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE  
KR9207121B1;1992-08-24;ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE  
US5249100A;1993-09-28;ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE PROVIDED WITH A CERAMIC  
SUBSTRATE HAVING LEAD PINS BONDED THERETO BY SOLDER